

PENDEKATAN ANALISIS MULTILEVEL RESPON BINER DALAM MENENTUKAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI IMUNISASI LENGKAP

Bertho Tantular*, I Gede Nyoman Mindra Jaya*

**Mahasiswa Pascasarjana Institut Pertanian Bogor*

**Jurusan Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung-Sumedang KM 21 Gedung D14 Sumedang
email : berthovens@yahoo.co.id
jay_komang@yahoo.com*

ABSTRAK

Dalam suatu penelitian survei, terutama yang ukuran populasinya besar, data yang digunakan biasanya merupakan data berjenjang (*hierarchy*) atau data yang sifatnya tersarang (*nested*). Salah satu analisis yang bisa digunakan untuk data tersebut adalah Analisis Data Multilevel. Apabila respon data tersebut biner maka model multilevel yang digunakan model multilevel logistik. Salah satu metode pendugaan untuk model multilevel logistik adalah *penalized quasi likelihood*. Permasalahan kelengkapan imunisasi anak selain dipengaruhi oleh faktor-faktor pada tingkat keluarga juga dipengaruhi oleh faktor-faktor pada tingkat yang lebih tinggi. Pendekatan analisis multilevel dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan ini.

Kata-kata kunci: *model intersep-acak, komponen ragam, penalized quasi likelihood.*

1. Pendahuluan

Selain antibiotika, imunisasi adalah penemuan terbesar dalam dunia kedokteran. Berkat antibiotika dan imunisasi, ratusan ribu jiwa terselamatkan dari menderita infeksi yang dapat mengakibatkan kecacatan ataupun kematian. Tapi yang lebih istimewa dari imunisasi dibandingkan dengan antibiotika adalah imunisasi mencegah terjadinya infeksi pada seseorang yang masih sehat sedangkan antibiotika mengobati ketika seseorang telah menderita infeksi.

Imunisasi adalah suatu proses untuk membuat sistem pertahanan tubuh kebal terhadap invasi mikroorganisme (bakteri dan virus) yang dapat menyebabkan infeksi sebelum mikroorganisme tersebut memiliki kesempatan untuk menyerang tubuh kita. Dengan imunisasi, tubuh kita akan terlindung dari infeksi begitu pula orang lain karena tidak tertular dari kita. Oleh karena itu imunisasi harus dilakukan oleh semua orang (pengecualian pada kelompok orang dengan keadaan-keadaan tertentu) agar pada akhirnya nanti infeksi dapat musnah dari muka bumi.

Hingga saat ini terdapat 10 jenis vaksinasi yang dapat mencegah terjadinya infeksi pada anak, yaitu; polio, campak, gondongan, rubella (campak Jerman), difteria, tetanus, batuk rejan (Pertusis), meningitis, cacar air, dan hepatitis B. Sedangkan terdapat 3 jenis vaksinasi yang dapat diberikan pada kelompok anak-anak ataupun dewasa dengan risiko tinggi menderita infeksi, yaitu; hepatitis A, flu (Influenza), pneumonia. Meskipun ada banyak sekali jenis vaksin untuk imunisasi, namun di Indonesia ada lima jenis imunisasi yang wajib diberikan pada bayi yaitu: BCG (untuk mencegah penyakit TBC), HBV (untuk mencegah penyakit Hepatitis B), DPT (untuk mencegah penyakit Difteri, Pertusis atau batuk rejan dan Tetanus), Polio dan Campak.

Saat ini banyak orangtua yang enggan melakukan imunisasi untuk anak mereka karena ada dugaan bahwa mereka menerima berbagai informasi yang keliru yang beredar di masyarakat mengenai efek samping vaksinasi. Informasi-informasi tersebut menyebabkan penurunan drastis jumlah bayi-bayi yang mendapatkan imunisasi dan secara langsung menyebabkan jumlah penderita infeksi kembali meningkat. Selain itu ada dugaan lain bahwa saat ini beberapa penyakit sangat jarang timbul sehingga para orang tua kadang mempertanyakan apakah vaksinasi masih diperlukan. Anggapan yang keliru ini hanya salah satu dari kesalahpahaman mengenai imunisasi.

Dalam situs www.infeksi.com seseorang tanpa Imunisasi, sekitar 3 dari 100 kelahiran anak akan meninggal karena penyakit campak. 2 dari 100 kelahiran anak akan meninggal karena batuk rejan. 1 dari 100 kelahiran anak akan meninggal karena penyakit tetanus. Dan dari setiap 200.000 anak, 1 akan menderita penyakit polio. Imunisasi yang dilakukan dengan memberikan vaksin tertentu akan melindungi anak terhadap penyakit-penyakit tertentu.

Saat ini fasilitas pelayanan untuk vaksinasi ini telah tersedia di masyarakat, yaitu Pos Pelayanan Terpadu (Posyandu), Puskesmas, Rumah Sakit Bersalin, BKIA, Rumah Sakit Pemerintah dan di Praktek Dokter/Bidan atau Rumah Sakit. Meskipun demikian tidak semua bayi telah dibawa untuk mendapatkan imunisasi yang lengkap karena vaksin di fasilitas pelayanan terkadang tidak tersedia atau harganya tidak terjangkau.

Berdasarkan uraian diatas ingin diketahui faktor apa saja yang memengaruhi seorang bayi mendapatkan imunisasi lengkap. Faktor-faktor ini terbagi kedalam dua tingkat yaitu pada tingkat pertama faktor dalam keluarga bayi, dalam hal ini tentu ibu dan ayahnya, dan pada tingkat kedua faktor adalah lingkungan, yaitu fasilitas kesehatan di desa atau kecamatan.

Untuk menyelesaikan persoalan diatas dapat digunakan Model Multilevel. Peubah-peubah pada level 1 adalah peubah-peubah yang ada dengan keluarga sedangkan pada level 2 adalah peubah-peubah yang ada dalam lingkungan sosialnya. Persoalannya adalah pada permasalahan diatas responnya biner yaitu bayi mendapatkan imunisasi lengkap atau tidak, sehingga model multilevelnya menjadi model multilevel logistik. (Leeuw and Meijer, 2008)

2. Model Multilevel

Model Linier Campuran (*Mixed effect models* atau *Generalized Linear Mixed Models, GLMM*) digunakan pada saat komponen tetap dan komponen acak digunakan secara bersama-sama dalam suatu model linier. Yang termasuk ke dalam model linier campuran adalah model-model data hasil pengukuran berulang (*repeated measures*), model data *longitudinal* dan Model Linier Multilevel (MLM). Model linier multilevel mulai diperhatikan setelah dikembangkan oleh Goldstein (1995), akan tetapi model ini jarang dipergunakan karena melibatkan perhitungan yang cukup rumit. Pendugaan parameter untuk model multilevel harus dilakukan melalui metode iterasi yang dalam perhitungannya harus menggunakan komputer yang memadai.

Model Linier Multilevel merupakan sebuah model yang digunakan pada data berjenjang (*hierarchy*). Data berjenjang seringkali ditemukan pada penelitian survey dimana unit-unit analisisnya berasal dari kelompok-kelompok (*cluster*), atau data yang diambil melalui penarikan contoh bertahap (*cluster sampling*). Misalnya dalam pengambilan sampel menggunakan metode sampling satu tahap (*Single Stage Cluster Sampling*) unit-unit analisis yang berasal dari kelompok (*Cluster*) diperhitungkan keberadaanya dalam analisis, sehingga dalam hal ini model yang cocok adalah model dua level. Unit-unit sampling yang ada dalam kelompok disebut unit level 1 dan kelompok-kelompok (*Cluster*) disebut unit level 2. Banyaknya unit-unit analisis dalam kelompok bisa sama atau berbeda untuk setiap kelompok.

Model dua level sederhana (dengan satu peubah penjelas) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}X_{ij} + e_{ij}; \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad j = 1, 2, \dots, n_k \quad (1)$$

Dalam hal ini k adalah banyak unit level 2 (atau banyak kelompok/*Cluster*) dan n_k adalah banyak unit pengamatan level 1 pada kelompok ke- k . Model (1) memperlihatkan

bahwa koefisien β_{0i} dan β_{1i} merupakan suatu komponen acak. Atau dapat dipandang sebagai suatu peubah acak (Goldstein, 1995) sehingga dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\beta_{0i} = \beta_0 + u_{0i}, \quad \beta_{1i} = \beta_1 + u_{1i} \quad (2)$$

Pada persamaan (2) β_0 dan β_1 merupakan komponen tetap yang tidak diketahui nilainya (parameter) dan u_{0i} dan u_{1i} adalah komponen acak. Sehingga apabila persamaan (2) disubstitusikan ke dalam persamaan (1) akan menjadi:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + (u_{0i} + u_{1i} X_{ij} + e_{ij}); i = 1, 2, \dots, k; j = 1, 2, \dots, n_k \quad (3)$$

Dengan : $E(u_{0j}) = E(u_{1j}) = 0$,

$$\text{var}(u_{0j}) = \sigma_{u0}^2, \quad \text{var}(u_{1j}) = \sigma_{u1}^2,$$

$$\text{Cov}(u_{0j}, u_{1j}) = \sigma_{u01}, \text{ untuk semua } j = 1, 2, \dots, k$$

Persamaan (2.3) dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian tetap (*fixed part*) yaitu yang berkaitan dengan parameter, dan bagian acak (*random part*) yaitu $(u_{0i} + u_{1i} X_{ij} + e_{ij})$. Dengan demikian banyak parameter yang harus diduga adalah $2k+1$.

3. Model Multilevel untuk Data Biner

Suatu Model multilevel dengan respon dari data tersebut biner atau hanya terdiri dari dua kategori maka pendugaannya menggunakan metode kemungkinan maksimum biasa tidak bisa dilakukan karena akan menghasilkan penduga yang bias.

Dalam model regresi apabila responnya biner maka biasanya digunakan model regresi logistik yang dalam pendugaan parameternya harus menggunakan fungsi penghubung (*link function*). Hal yang sama juga untuk model multilevel apabila responnya biner maka untuk pendugaan parameternya juga harus menggunakan suatu fungsi penghubung. Apabila responnya berdistribusi binomial dengan parameter proporsi (π_{ij}) maka fungsi penghubung yang digunakan adalah *logit* ($\log\{\pi/(1-\pi)\}$) sehingga modelnya disebut dengan model logistik. (Hox, 2002)

Secara umum rumusan matematis untuk model *random-intercept* dua level adalah sebagai berikut

$$y_{ijk} = \beta' \mathbf{x}_{ij} + u_j + \varepsilon_{ij} \quad (4)$$

Dengan u_j berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan ragam σ^2_2 , dan u_j adalah galat untuk level-2 yang *independent* terhadap ε_{ij} . Untuk model dengan fungsi penghubung *logit* model (4) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut

$$\text{Logit}(\pi) = \mathbf{X}\beta + \mathbf{u} \quad (5)$$

Dengan \mathbf{X} adalah matriks peubah bebas *fixed* dari level pertama, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien regresi dan \mathbf{u} adalah vektor galat untuk level 2.

Model (5) dapat ditulis juga sebagai

$$\begin{aligned}\text{Logit}(\pi_{ij}) &= \mathbf{x}_j \boldsymbol{\beta} + u_j \\ y_{ij} &\sim \text{Bernouli}(\pi_{ij})\end{aligned}\tag{6}$$

Dengan \mathbf{x}_j adalah vector peubah bebas, $\boldsymbol{\beta}$ adalah vektor koefisien regresi dan u_j adalah vektor galat untuk level 2. dalam hal ini u_j berdistribusi normal dengan rata-rata nol dan ragam σ^2_2 . (Hesketh, 2003)

Secara umum dari Model (4) dapat ditentukan bahwa galat total untuk model tersebut adalah $\xi_{ij} = \varepsilon_{ij} + u_j$. Sehingga secara umum ragam untuk ξ_{ij} dengan fungsi penghubung *logit* adalah:

$$\text{var}(\xi_{ij}) = \sigma^2_2 + \frac{\pi^2}{3}\tag{7}$$

Dan korelasi *intaclass* untuk galat total adalah

$$\rho \equiv \text{Cor}(\xi_{ij}, \xi_{i'j}) = \frac{\sigma^2_2}{\sigma^2_2 + \pi^2/3}\tag{8}$$

Untuk menduga parameter-parameter yang terlibat dalam model multilevel untuk respon biner bisa digunakan *Marginal Quasi-Likelihood* (MQL) yang diusulkan oleh Goldstein (1995). Menurut Goldstein (1995) pendugaan koefisien dengan menggunakan MQL akan menyebabkan *underestimate* terutama untuk sampel kecil. Begitu pula menurut Rodriguez dan Goldman (2001) pendugaan yang diturunkan menggunakan MQL untuk respon biner akan menyebabkan bias pada saat kuantitas klasternya cukup besar. Selain menggunakan MQL parameter-parameter tersebut juga bisa diduga dengan menggunakan Penalized Quasi-Likelihood (PQL) yang diusulkan oleh Goldstein dan Rashbash (2001).

4. Pendugaan Parameter Multilevel untuk Respon Biner

Dalam model multilevel linier (Model 4) vektor \mathbf{y} berdistribusi normal yang merupakan kombinasi linier dari koefisien acak. Model multilevel non linier atau lebih khusus lagi model dengan respon biner adalah model regresi yang tidak bisa dijelaskan sebagai kombinasi linier dari koefisiennya sehingga dengan demikian vektor \mathbf{y} tidak lagi berdistribusi normal. Secara umum fungsi kepekatan peluang dari \mathbf{y} dapat dituliskan sebagai berikut:

$$f(y) = \int \int f(y, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k) d\beta_1 d\beta_2 \dots d\beta_k \quad (10)$$

untuk β_i berdistribusi kontinu. Secara umum persamaan diatas tidak bisa diselesaikan kecuali melalui prosedur iterasi. Untuk menyelesaikan persamaan fungsi kemungkinan

$$L = \prod_{i=1}^n f(y_i) \quad (11)$$

harus menggunakan teknik integrasi numerik. Dalam model multilevel prosedur yang digunakan adalah prosedur Gaussian Quadrature untuk menghitung integral secara numerik. Metode Kemungkinan Maksimum memerlukan nilai awal yang baik untuk parameter-parameternya.

Parameter untuk model non linier diduga dengan menggunakan Kuadrat Terkecil Biasa yang kemudian dijadikan sebagai nilai awal. Selanjutnya prosedur mencocokkan model yang digunakan adalah *Maximum Aposterior* untuk parameter yang tidak diketahui sehingga dapat dibentuk fungsi kepekatan peluang untuk parameter sebagai berikut

$$f(\beta | y) = \frac{f(\beta)f(y | \beta)}{f(y)} \quad (12)$$

sehingga fungsi kemungkinannya adalah

$$\ln f(\beta | y) = \ln f(\beta) + \ln f(y | \beta) - \ln f(y) \quad (13)$$

Dengan nilai awal tadi (sebut saja β_{0i} untuk $i = 1, 2, \dots, k$) fungsi kemungkinan persamaan (10) dapat diturunkan dan disamakan dengan nol

$$\frac{\partial}{\partial \hat{\beta}_{0i}} \ln f(\hat{\beta}_{0i} | y) = 0 \quad \text{untuk } i = 0, 1, \dots, k \quad (14)$$

sehingga bisa diperoleh penduga β_i . penduga β_i ini digunakan kembali untuk memperoleh penduga β_i yang baru. Proses diulang sehingga didapatkan hasil yang konvergen. (Goldstein, 1995)

4.1 Penalized Quasi-Likelihood

Rodriguez dan Goldman (2001) dalam tulisannya menyatakan bahwa pendekatan prosedur penaksiran termotivasi dengan mempertimbangkan model multilevel logit yang dianggap linier. Persamaan (2) dapat diubah menjadi

$$Y = \pi + \varepsilon, \text{ dengan } \pi = f(X\beta + u) \quad (15)$$

dengan \mathbf{Y} adalah vektor respon, f adalah transformasi invers *logit* (atau anti *logit*), dan ϵ adalah galat heteroskedastik dengan rata-rata 0 dan ragam adalah matriks diagonal dengan elemen $\pi(1-\pi)$.

Penalized Quasi-Likelihood (PQL) order pertama untuk π menggunakan pendekatan order pertama deret Taylor dari $f(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}+\mathbf{u})$ dengan $\boldsymbol{\beta}=\boldsymbol{\beta}_0$ dan $\mathbf{u} = \mathbf{u}_0$, dan $\boldsymbol{\beta}_0$ adalah penduga dari efek tetap dan \mathbf{u}_0 adalah prediktor dari efek acak yang didefinisikan sebagai rata-rata dari $f(\mathbf{u}|\mathbf{y})$ yang diduga pada nilai parameter yang ditentukan. Untuk sebuah nilai \mathbf{u}_0 tertentu penyelesaiannya dengan model linier multilevel yang dapat diduga dengan menggunakan algoritma standar (Goldstein, 1995), yang diarahkan untuk memperbaiki penduga $\boldsymbol{\beta}$, yang kemudian digunakan sebagai nilai awal yang baru. Prosedurnya diiterasi hingga didapat nilai yang konvergen.

4. Metode Perbandingan Model

Misalkan saja ada dua model sebut saja M1 dan M2. Ada dua kemungkinan hubungan antara dua model ini: pertama M1 merupakan model yang diturunkan dari M2 dengan cara menghilangkan suatu parameter atau bisa dikatakan M1 tersarang dalam M2, kedua M1 merupakan model yang sama sekali berbeda dengan M2 (M1 tidak tersarang dalam M2).

Untuk membandingkan kedua model pada kemungkinan pertama digunakan suatu ukuran perbedaan *Deviance* yaitu

$$diff = D_1 - D_2 \quad (2.14)$$

diff mengikuti sebaran Khi-Kuadrat dengan derajat kebebasan $k = p_1 - p_2$. p_i adalah banyak parameter pada model ke- i . Apabila pengujian nyata maka artinya M2 lebih cocok dibandingkan dengan M1.

Apabila kedua model tidak tersarang maka ukuran kecocokan model yang digunakan adalah *Akaike's Information Criterion* (AIC) yaitu

$$AIC = d + 2q \quad (2.15)$$

dengan d adalah Deviance dan q adalah banyak parameter. Selain itu dapat juga digunakan ukuran dari Schwartz yang disebut *Bayesian Information Criterion* (BIC) dengan rumusan sebagai berikut

$$BIC = d + q \log(n)$$

dengan n adalah banyaknya sampel. (Hox, 2002)

5. Aplikasi

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder hasil survei dari *Indonesia Family Life Survey* gelombang 3 pada tahun 2000 atau disebut sebagai IFLS-3 yang dilakukan oleh RAND Labor and Population yang bekerja sama dengan Center for Population and Policy Studies (CPPS) Universitas Gadjah Mada. Survei IFLS3 ini dibiayai oleh National Institute on Aging (NIA), dan the National Institute for Child Health and Human Development (NICHD).

Dari survei terhadap keluarga (*Household Survey*) sebanyak 10.435 keluarga telah diwawancara yang diambil dari 13 propinsi yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Sulawesi Selatan, Sumatera Selatan, Nusa Tenggara Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Bali, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan Lampung. Survei juga dilakukan terhadap lingkungan sosial beserta fasilitasnya (*Community-Facility Survey*) yaitu sebanyak 312 lingkungan sosial beserta fasilitasnya. Dalam survei ini tentu saja lingkungan sosial yang dipilih adalah lingkungan sosial yang bersesuaian dengan keluarga yang diwawancara. (Strauss, et. al., 2004)

Untuk menjawab tujuan penelitian maka dilakukan beberapa tahapan persiapan sebagai berikut: Dari data survei keluarga sebagai respon dipilih peubah Imunisasi Lengkap (5 jenis imunisasi) atau tidak lengkap, sebagai peubah penjelas dipilih Umur ibu (X_{1j}), Tingkat pendidikan ibu (X_{2j}), Tingkat pendidikan ayah (X_{3j}), Ibu bekerja atau tidak bekerja (X_{4j}). Dari data survei lingkungan sosial (kecamatan) dipilih peubah Fasilitas imunisasi Posyandu lengkap atau tidak (Z_{1j}) dan Fasilitas imunisasi Puskesmas lengkap atau tidak (Z_{2j}). Dalam permasalahan ini struktur datanya merupakan data hirarki, data keluarga terkelompok didalam kecamatan-kecamatan.

Data seluruhnya berjumlah 11686 anak, tetapi dari 11686 anak yang telah diwawancara (atau melalui ibunya) dan hanya ada 10403 yang tinggal bersama dengan orang tua kandungnya. Sebanyak 9852 bersesuaian dengan data lingkungan sosial beserta fasilitasnya. dari data tersebut ada sebanyak 275 data mengenai pendidikan ayahnya hilang (tidak ada) sehingga sebanyak 9577 data lengkap. Berikut adalah definisi dari peubah-peubah yang terlibat

Tabel 1
Definisi Peubah

Peubah	Nilai	Kategori
Imunisasi (Y)	0	Tidak Lengkap
	1	Lengkap
Umur Anak (X_1)	0 - 14	
Umur Ibu (X_2)	15 - 68	
Pendidikan Ibu/Ayah (X_3 & X_4)	0	Pendidikan Dasar
	1	Pendidikan Menengah-Tinggi
Ibu Bekerja (X_5)	0	Tidak Bekerja
	1	Bekerja
Fasilitas Posyandu (Z_1)	0	Tidak Lengkap
	1	Lengkap
Fasilitas Puskesmas (Z_2)	0	Tidak Lengkap
	1	Lengkap

Dari data tersebut pertama kali dibuat model regresi logistik biasa. Untuk model ini perbedaan antar kecamatan yang mungkin terjadi diabaikan. Dalam model ini peubah Z_1 dan Z_2 tidak dilibatkan. Model yang kedua adalah model intersep-acak. Pada model ini komponen acak kecamatan dimasukkan ke dalam intersep tetapi peubah Z_1 dan Z_2 tidak dilibatkan. Model yang ketiga adalah model intersep-acak dengan peubah Z_1 dan Z_2 tidak dilibatkan ke dalam model.

Dari ketiga model tersebut dihitung koefisien-koefisien regresinya, dan dihitung pula nilai *Deviance* untuk dibandingkan dengan model lainnya. Model yang mempunyai nilai deviance paling kecil adalah model yang terbaik. Tetapi untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara model yang satu dengan yang lain digunakan pengujian perbedaan *deviance*. Untuk perhitungan dan analisis digunakan *Software R 2.8.0*.

Dalam analisis yang dilakukan untuk model 1, metode pendugaan yang digunakan adalah metode kuadrat terkecil dibobot atau *Weighted Least Square* (WLS). Prosedur iterasi yang digunakan adalah metode Fisher Scoring. Untuk model 2 dan model 3 metode yang digunakan dalam pendugaan parameternya adalah metode *Penalized Quasi Likelihood* (PQL).

Hasil yang diperoleh dari analisis untuk ketiga model tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2
Hasil Analisis Data Imunisasi untuk Tiga Model

	Model 1		Model 2		Model 3	
Efek	Penduga	Galat Baku	Penduga	Galat Baku	Penduga	Galat Baku
<i>Efek Level-1:</i>						
(Intersep)	0.492136*	0.145126	0.576907*	0.164026	0.672657*	0.226501
Umur Anak	-0.133470*	0.012292	-0.125830*	0.013006	-0.125280*	0.013002
Umur Ibu	-0.028040*	0.004994	-0.031094*	0.005358	-0.031267*	0.005359
Pendidikan Ibu	-1.896651*	0.096672	-2.079422*	0.103373	-2.084098*	0.103425
Pendidikan Ayah	0.867268*	0.091966	0.965243*	0.098198	0.964509*	0.098160
Ibu bekerja/tidak	0.342432*	0.064513	0.388252*	0.070163	0.385427*	0.070112
<i>Efek Level-2:</i>						
Posyandu					-0.263190*	0.159342
Puskesmas					0.230393*	0.117422
<i>Komponen ragam:</i>						
(intersep)			0.70863		0.66537	
Deviance	8719.1		6654		6642.8	

Tanda * berarti koefisien nyata pada taraf $\alpha = 5\%$

Dari Tabel 2 terlihat bahwa nilai *deviance* untuk model 2 lebih kecil dibandingkan dengan model 1 artinya model 2 dapat dikatakan lebih baik dibandingkan dengan model 1. perbedaan *deviance* untuk kedua model ini sebesar 2065,1, dengan derajat kebebasan sebesar satu (1) diperoleh nilai- $p = .000$ yang artinya terdapat perbedaan yang sangat nyata. Bila model 2 dibandingkan dengan model 3 terlihat bahwa *deviance* model 3 lebih kecil dibandingkan dengan *deviance* model 2. Perbedaan *deviance* antara kedua model ini sebesar 11.2, dengan derajat kebebasan sebesar dua (2) diperoleh nilai- $p = 0.0037$ yang juga sangat nyata pada taraf $\alpha = 5\%$.

Bila model 3 diperhatikan maka terlihat bahwa pada penduga koefisien pada level 1 semuanya nyata pada taraf $\alpha = 5\%$. Tetapi untuk penduga koefisien pada level 2 peubah puskesmas nyata sedangkan peubah posyandu tidak nyata pada taraf $\alpha = 5\%$. Dari hasil ini dapat diperlihatkan bahwa lengkap tidaknya imunisasi anak dipengaruhi oleh faktor-faktor dalam keluarga yaitu umur anak, umur ibu, tingkat pendidikan ibu, tingkat pendidikan ayah dan ibu bekerja atau tidak. Selain itu imunisasi lengkap juga dipengaruhi oleh faktor yang ada di lingkungan yaitu tersedianya fasilitas imunisasi di puskesmas.

Pada Tabel 2 juga terlihat bahwa nilai komponen ragam untuk level 2 pada model 3 lebih kecil dibandingkan dengan komponen ragam pada model 2, hal ini mengindikasikan bahwa adanya peubah level 2 yang diikutsertakan dalam model memperkecil keragaman antar kecamatan. Selain itu kita dapat menjelaskan keragaman yang dapat dijelaskan oleh setiap level dengan rumusan sebagai berikut:

Keragaman yang dapat dijelaskan = $1 - (\text{Ragam dengan prediktor} / \text{Ragam tanpa Prediktor})$

Untuk permasalahan dalam penelitian ini nilai keragaman yang dapat dijelaskan adalah sebesar $1 - (0.66537 / 0.70863) = 0.0612$ atau sebesar 6.12%.

6. Penutup

Dalam penelitian ini hanya dijelaskan mengenai model intersep-acak. Untuk permasalahan yang ada terkadang diperlukan suatu model multilevel yang lebih tinggi misalnya model koefisien acak atau model dengan interaksi (*Cross-interactive model*). Metode pendugaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah PQL. Akan lebih baik apabila ada perbandingan metode pendugaan untuk permasalahan yang ada.

7. Daftar Pustaka

- Bliese (2006) *Multilevel Models in R (2.2)*, R Development Core Team.
- Goldstein (1999) *Multilevel Statistical Models 2nd Ed.*, E-Book of Arnold, London.
- Hesketh, S., R. (2003), *Multilevel modeling of ordered and unordered categorical Responses*, Institute of Child Health, London.
- Hox, J.J. (2002) *Multilevel Analysis; Techniques and Applications*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, London.
- Leeuw, Meijer (2008) *Handbook of Multilevel Analysis*, Springer, New York.
- Rodriguez, G., Goldman, N. (2001), Improved estimation procedures for multilevel models with binary response: a case-study, *Journal Royal Statist.Soc A*, **164**, Part 2 pp 339-355
- Strauss, J., K. Beegle, B. Sikoki, A. Dwiyanto, Y. Herawati and F. Witoelar. (2004) *The Third Wave of Indonesia Family Life Survey: Overview and Field Report Volume I*. Rand Labor and Population
- West, Welch, Galecki (2007) *Linear Mixed Models: A Practical Guide Using Statistical Software*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton, London, New York.